

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-318946

(43) 公開日 平成9年(1997)12月12日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1337	5 0 5	G 0 2 F	1/1337
	1/1335	5 1 0		1/1335

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-132039

(22) 出願日 平成8年(1996)5月27日

(71) 出願人 000002303

スタンレー電気株式会社

東京都目黒区中目黒2丁目9番13号

(72) 発明者 都甲 康夫

神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1

スタンレー電気株式会社内

(72) 発明者 杉山 貴

神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1

スタンレー電気株式会社内

(72) 発明者 安藤 潔

神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1

スタンレー電気株式会社内

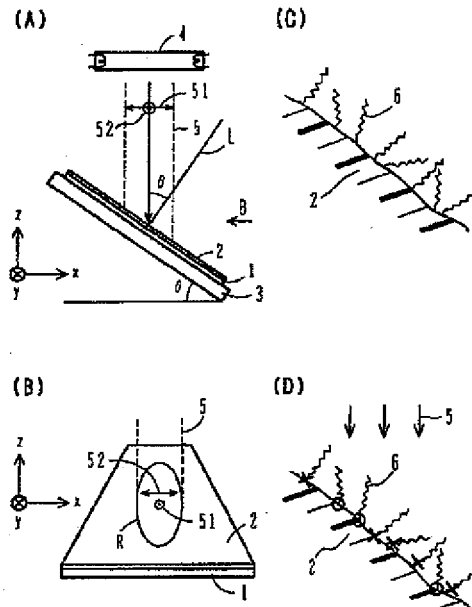
(74) 代理人 弁理士 高橋 敬四郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 液晶表示素子の製造方法に関し、光配向処理により十分大きな角度のプレチルトを与える配向処理をより短時間で簡単に行うことを課題とする。

【解決手段】 偏光を吸収すると、偏光方向に対してある方向に液晶分子を配向させる性質を生じる光偏光記憶膜を表面に形成した基板を準備する工程と、非偏光を前記基板の面に対して斜め方向から前記光偏光記憶膜に照射して前記光偏光記憶膜に吸収させる配向処理工程と、前記配向処理工程により配向処理をした基板をすくなくとも一方に含む一対の基板を対向配置して液晶セルを作製し、該液晶セルに液晶材料を注入する工程とを有する。



1: ガラス基板
2: 光偏光記憶膜
3: ステージ
4: UV光源
5: 紫外線
6: 傾斜角
θ: 傾斜角

【特許請求の範囲】

【請求項1】 偏光を吸収すると、偏光方向に対してある方向に液晶分子を配向させる性質を生じる光偏光記憶膜を表面に形成した基板を準備する工程と、

非偏光を前記基板の面に対して斜めの方向から前記光偏光記憶膜に照射して前記光偏光記憶膜に吸収させる配向処理工程と、

前記配向処理工程により配向処理をした基板をすくなくとも一方に含む一対の基板を対向配置して液晶セルを製作し、該液晶セルに液晶材料を注入する工程とを有する液晶表示素子の製造方法。

【請求項2】 前記基板を準備する工程において、前記光偏光記憶膜として直線偏光あるいは楕円偏光長軸方向と直交する方向に液晶分子を配向させる性質を持つ材料を使用することを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項3】 前記基板を準備する工程において、前記光偏光記憶膜として直線偏光あるいは楕円偏光長軸方向と平行な方向に液晶分子を配向させる性質を持つ材料を使用することを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項4】 前記光偏光記憶膜が、側鎖付きのポリイミドであることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項5】 前記光偏光記憶膜が、40 dyn/cm程度の表面エネルギーを有する請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項6】 前記光偏光記憶膜が、可溶性のポリビニルシンナメートであることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項7】 前記非偏光を前記基板の面の法線に対して10°～60°の範囲の角度の方向から前記基板の光偏光記憶膜に照射することを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項8】 前記非偏光を前記基板の面の法線に対して25°～50°の範囲の角度の方向から前記基板の光偏光記憶膜に照射することを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項9】 前記配向処理工程において、所定の光透過パターンを有するフォトマスクを介して前記非偏光を前記基板の面の法線に対して25°～40°の範囲の角度の方向から前記基板の光偏光記憶膜に照射することを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項10】 前記配向処理工程において、前記非偏光の照射方向と位置とを同時に変えて、前記非偏光を2回以上照射して互いに異なる配向方向を持つ領域を前記基板面に形成することを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【請求項11】 前記非偏光が波長254nmの光を含むことを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造

方法。

【請求項12】 前記非偏光が254から365nmの範囲の波長を含む光であることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光配向処理により液晶分子にプレチルトを持たせるように配向処理をする液晶表示素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の配向処理として、液晶をはさむガラス基板を綿布のようなもので一方に擦るいわゆるラビング法がある。ラビング処理の場合、基板に発生する静電気やゴミの付着等により配向不良や表示不良などの問題点がある。

【0003】ラビング処理に代わるものとして、光偏光記憶膜を用いた配向処理方法がある。光偏光記憶膜を用いた配向処理方法は、基板面に光偏光記憶膜を形成した後、偏光を光偏光記憶膜に照射することにより所望の液晶配向を形成するものである。偏光光が照射された光偏光記憶膜は、照射光の偏光方向に応じた配向を液晶分子に付与することができる。光偏光記憶膜を用いる配向処理については以下のような方法が発表されている。

【0004】① ジアゾアミン染料をドーブしたシリコンポリイミドを用いる方法(Wayne M. Gibbons 等、NATURE Vol.351 (1991) P49)。

【0005】② アゾ染料をドーブしたPVA(ポリビニルアルコール)を用いる方法(飯村靖文等、第18回液晶討論会—日本化学会第64秋期年会—、p34、平成4年9月11日発行、社団法人日本化学会；Jpn J. Appl. Phys. Vol.32(1993) pp.L93-L96)。

【0006】③ 光重合フォトリソマーを用いる方法(Martin Schadt等、Jpn J. Appl. Phys. Vol.31(1992) pp.2155-2164)。

【0007】④ ポリビニル4-メトキシシンナメート(PVC)膜に偏光を照射することにより、偏光方向と直交する方向に液晶を水平配向させる方法。(特願平5-326990号等に記載の方法。)

【0008】⑤ PVC膜に対し、基板の法線方向から偏光を照射し、さらに基板の法線に対し一定の角度でかつ前記偏光方向と直交(方位角方向)する方向から偏光を照射することによりプレチルト角を有する配向を与える方法。(特願平5-203184号あるいは特願平7-213610号等に記載の方法。)

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ツイストネマティック型液晶表示素子などでは、基板間に電圧を印加した時にすべての液晶分子が一様に決まった方向から傾き始めるような方向性を与えるために、液晶分子が基板面に対して予め傾くように配向処理をしている。すな

わち、液晶セル間に電圧が印加されていない時の基板界面の液晶分子の長軸方向の一端を基板面に対してある角度を持って持ち上げている。この状態をブレチルトと言

い、この角度をブレチルト角度と称する。
【0010】ブレチルトを持つ液晶分子は、基板間に電圧が印加されると、基板面に対して持ち上がっている一端側より立ち上がる。全ての液晶分子が同じ向きにブレチルトを持ってい

れば、液晶分子は全て同じ方向から立ち上がる。
【0011】これに対して、ブレチルトを持たない液晶分子は、長軸方向のいずれの端部から立ち上がるかが定まらない。全ての液晶分子がブレチルトを持たない、または極めて小さなブレチルト角であると、長軸方向のある一端から立ち上がる液晶分子の領域と逆の他端から立ち上がる液晶分子の領域とが生じる。それらの領域の境界では、液晶表示画面上において線欠陥（リバースチルトディスクリネーションライン）が現れ易い。

【0012】特に、印加電圧がしきい値電圧付近において、リバースチルトディスクリネーションラインが発生し易い。また、印加電圧の変化や時間経過により、リバースチルトディスクリネーションラインの位置が変化するため、線欠陥の存在が肉眼で認識できる。さらに、光散乱の発生や、コントラストの低下も生じるため、液晶表示装置として著しく表示品質を低下させることになる。

【0013】上記した①～④の光配向処理方法では、ブレチルトが出来ないので上記のような問題がある。一方、上記⑤の光配向処理方法では、2回の偏光照射工程によりブレチルト角を与えることが出来る。すなわち、最初の偏光の照射では、偏光を基板の法線方向から光偏光記憶膜に照射することにより、基板面と平行な方向で、偏光軸方向に対して直角の方向の配向を与える。そして次の2回目の照射では、偏光を基板面に対して斜めの方向から光偏光記憶膜に照射することによりブレチルト配向を与えている。この方法では2回の照射処理をしないとブレチルトを有する所望の方向の配向処理はできない。

【0014】また、⑤の方法では、得られるブレチルト角は非常に小さい。たとえば、PVC膜を光偏光記憶膜とし、液晶材料にフッ素型混合液晶を使用した場合、ブレチルト角は0.1°～0.3°程度である。このような小さなブレチルト角では、ブレチルト角のない場合と同様に、電圧を印加した直後は多数のリバースチルトディスクリネーションラインが発生する。このリバースチルトディスクリネーションラインは時間経過とともに消滅していくものの、消滅にかかる時間（数十秒程度）のため動画などを表示するディスプレイには使用できない。

【0015】さらに、偏光照射による方法では、非偏光（自然光）を直接利用することはできない。偏光子など

を透過した偏光を使用するために光のエネルギーの利用効率が低く、光強度も元の光源の約半分と低くなってしま

う。しかも、⑤の方法では配向処理工程で偏光照射が2回必要であり、作業時間や手間がかかるために製造工程のスループットが低下し、製造コストが高くなるなどの問題がある。

【0016】本発明の目的は、表示不良などの製品不良の原因となるラビング処理を不要とするとともに、十分な角度のブレチルトを与える配向処理をより短時間で簡単に行うことの可能な液晶表示素子の製造方法を提供することである。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示素子の製造方法は、偏光を吸収すると、偏光方向に対してある方向に液晶分子を配向させる性質を生じる光偏光記憶膜を表面に形成した基板を準備する工程と、非偏光を前記基板の面に対して斜めの方向から前記光偏光記憶膜に照射して前記光偏光記憶膜に吸収させる配向処理工程と、前記配向処理工程により配向処理をした基板をすくなくとも一方に含む一対の基板を対向配置して液晶セルを作製し、該液晶セルに液晶材料を注入する工程とを有する。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、実施例の液晶表示素子の製造方法における、光配向処理工程を示す図である。図1の(A)は配向処理の装置の側面図であり、同図の矢印Bで示す方向から見た正面図が図1(B)である。同図でx、y、zは互いに直交する方向を示す。この実施例の光配向処理では、非偏光すなわち自然光の1回の照射のみで十分な大きなブレチルト角を与えることができる。

【0019】表面にポリイミド光偏光記憶膜2が形成されたガラス基板1がステージ3の上に配置されている。光偏光記憶膜2の下には、通常の電極や駆動素子が形成される。光源4は紫外線波長領域の光（非偏光）5を発生して基板1の光偏光記憶膜2に照射するように配置されている。図示のように、ステージ3はx-y水平面に対してx方向に沿って角度θだけ傾斜している。同様に基板1もx-y水平面に対して角度θだけ傾斜している。

【0020】光源4からの照射光5の方向はx-y水平面に対して垂直なz方向に平行である。従って照射光5の基板1の法線Lに対する傾き角度はθである。すなわち、光偏光記憶膜2に対して入射角θで斜め方向から紫外線5が照射されることになる。なお、照射光5は非偏光であり、偏光成分に分解すればx方向の偏光成分51とy方向の偏光成分52を含む。

【0021】図1(B)で示されるように、光偏光記憶膜上の照射領域Rはx方向に引き伸ばされる。ここで、光偏光記憶膜2が平坦な表面を有し、この表面が照射光

の偏光成分51、52と相互作用すると考える。y方向偏光成分52は傾斜角 θ の大小に係わらず、常に光偏光記憶膜2の表面と平行であり、その全強度が相互作用に寄与する。一方x方向偏光成分51は、傾斜角 θ が増大するとともに、光偏光記憶膜2の表面となす角度 θ が大きくなり、面内成分は $\cos \theta$ に減少する。すなわち、x方向偏光成分の実効強度は傾斜角 θ の増大と共に減少することが判る。

【0022】図1(A)、(B)に示すようなx方向に傾けた基板に光照射した場合には、y方向の偏光成分の実効的照射量が最も多く、x方向の偏光成分に近い程実効的照射量は減少する。そのために面内方向に関して方向性が生じる。

【0023】光偏光記憶膜2が、側鎖を有するポリイミド膜であり、偏光方向に対して直交する方向に液晶分子を配向する性質を持つ場合は、紫外線吸収によって消滅する側鎖が液晶分子配向の原因になると考えられる。すなわち、紫外線照射後も残る側鎖によって液晶分子に配向が与えられると考えられる。紫外線によりポリイミドの分解反応が進むと考えられ、光照射量が多い程、液晶分子を配向する力が減少する。

【0024】図1(C)はポリイミド光偏光記憶膜2の側部拡大断面図を示す。図1(C)は、非偏光の紫外線照射前であり、図1(D)は照射後である。側鎖のあるポリイミド分子でプレチルトを発現させるものは同図でギザギザで示す側鎖6である。前述のように、ポリイミド材料は、実効光照射量が多い程液晶分子を配向させる力が減少する。すなわち、側鎖の分解反応が進む。従って、紫外光5の照射方向に対して大きく90度に近い角度傾いている側鎖(×印)程分解されやすく、照射方向とほぼ同じ方向を向いている側鎖(○印)はかなり強い照射によってもなかなか分解されにくいと考えることができる。その結果、ポリイミド膜2上には紫外光5の照射方向に傾いている側鎖はほとんど残り、その側鎖により液晶分子が傾いて配向するために光照射方向に向いたプレチルトが発現すると考えられる。

【0025】なお、側鎖なしのポリイミドにおいても非偏光の1回の照射でプレチルトを有する均一配向を得ることが出来たが、側鎖有りの場合よりもより大きな傾き角 θ を必要とした。

【0026】以上のようにして、光配向処理をした基板を2枚用意するか、あるいは上記光配向処理をした1枚の基板と従来技術による配向処理をした他の基板1枚とを用意する。配向方向が両基板間で直交するように配置して両基板を所定ギャップを設けて対向して空セルを作製する。この空セルにネマティック液晶材料を注入し、セルの両側に直交ニコル配置の偏光板を配置すれば90°ツイストネマティック液晶表示素子が完成する。

【0027】(実施例1)側鎖付きのポリイミド膜を基板上に形成する。ポリイミド膜の基板への形成方法は公

知の塗布技術を使用することができる。このポリイミド膜は液晶装置用ポリイミドとしてすでに市販されている材料であり特別なものではない。この膜は、偏光照射に対して、偏光軸方向と直交する方向に液晶分子を配向する性質がある。

【0028】このポリイミド膜付き基板を図1に示すように傾き角 $\theta = 30^\circ$ で配置し、z軸方向から非偏光を100秒間照射する。(500mJ/cm²)なお、この場合紫外光源と基板との間に中心波長254nmの干渉フィルタ(図示せず)を設け、照射光の内、波長が210~300nm以外の光をカットするようにした。

【0029】こうして作製した2枚の基板を配向処理方向が互いに90°ねじれた関係になるようにし、5 μ mギャップ間隔になるようギャップコントロール材を間に入れて重ね合わせて空セルを作製した。空セルの作製および以下の液晶注入方法は公知の製造技術が利用できる。

【0030】フッ素系の混合液晶でカイラル材(S-811)を添加した液晶材料を真空注入法により空セル内に注入した。注入完了後に、注入口を封止して、セルをN-I(ネマティック-アイソトロピック)相転移温度(この場合98℃)以上に加熱して流動配向を消失させ、その後徐冷して液晶相に戻して再配向させた。

【0031】このようにして得た液晶セルに電圧を加えて偏光顕微鏡にて表示面を観察したがリバースチルトディスクリネーションラインは全く観察されなかった。ここで、254nm付近の紫外光で100秒照射という条件は一定にしておき、傾き角 θ の値をいろいろ変えて上記の工程と同様に液晶セルをいくつか作製した。それらの液晶セルで電圧印加に対するリバースチルトディスクリネーションラインの発生状態を観察した。その結果を図2のグラフに示す。

【0032】図2のグラフから明らかなように、傾き角 θ が25°~50°付近までは全くリバースチルトディスクリネーションラインが発生しない。また20°や60°では、非常に小さい(短い)リバースチルトディスクリネーションラインが発生し得るが、0.5秒以下の一瞬後には完全に消滅した。さらに僅か10°の傾き角においても3秒以下でリバースチルトディスクリネーションラインが消滅する。同じポリイミド材料に対し、従来の偏光を2回照射する方法では、最適条件においても付与できるプレチルト角は0.3°以下であり、リバースチルトディスクリネーションラインが完全に消滅するまで数十秒かかっていた事と比較すると、図2の結果は本実施例の効果が非常に優れていることを示している。

【0033】(実施例2)実施例1と同じくポリイミド膜を基板上に形成して、このポリイミド膜付き基板を傾き角 $\theta = 45^\circ$ に配置した。z軸方向から実施例1のような干渉フィルタを使用せずに254~365nmの範囲の全波長を含む非偏光を50秒間照射した。実施例1

と同様にこの光偏光処理をした基板2枚を5 μ mギャップで配置して液晶を注入して液晶セルを作製した。この実施例でもリバースチルトディスクリネーションラインは全く観察されなかった。この広い光波長範囲の紫外線を照射したときの傾き角とリバースチルトディスクリネーションラインとの関係は図2のグラフとほぼ同様な特性であった。

【0034】(実施例3) 光配向処理方法により画素を複数の小領域に分割配向する実施例を図3と図4を参照して説明する。実施例1と同じポリイミド膜2を基板1上に形成し、傾けたステージ3の上に配置した。光源と基板1との間に石英製のフォトマスク7を図3のように配置する。図4はフォトマスク7の平面図である。石英板上に金属パターンが形成されている。8はフォトマスク7の開口部でありそこだけを紫外線が透過する。

【0035】フォトマスク7を介して基板上に紫外線5を照射するときに、傾き角 θ があまり大きい場合や、照射時間が短い場合には、フォトマスク7の表面や内部で光が反射したり、吸収されたりして十分な光量が基板上に照射されにくくなると考えられる。例えば傾き角 $\theta = 60^\circ$ で照射実験すると、かなり長時間の照射を行ってもきれいに配向しなかった。

【0036】そこで、基板1の傾き角 $\theta = 45^\circ$ とし、フォトマスク7を配置し、z軸方向から中心波長254nmの干渉フィルタを介して紫外光5を200秒間照射して配向処理をした。その基板の液晶の配向状態の顕微鏡写真を図5に示す。フォトマスク7の開口部8を通過した光が照射された領域はきれいに配向しているが、フォトマスク7で遮蔽されて照射されていないはずの領域の一部も写真のにじんだ部分のように弱く配向されていることがわかる。

【0037】これは図3の光偏光記憶膜2の照射領域の下側部分9のみに見られ、照射領域の左右と上側には見られない。これは、フォトマスク7の開口部8から斜め方向に漏れた光がポリイミド膜2の9の部分に照射されてしまったものか、ポリイミド膜2内で多重反射したものと考えられる。

【0038】次に、同じくフォトマスク7を配置して、基板の傾き角 $\theta = 35^\circ$ と小さくし、z軸方向から中心波長254nmの干渉フィルタを介して紫外光5を200秒間照射して配向処理をした。その基板の液晶の配向状態の顕微鏡写真を図6に示す。この写真では、フォトマスク7の開口部8の光透過領域の形状および大きさと同じ四角いパターンできれいに配向していることがわかる。

【0039】この条件で、フォトマスク7の位置と照射方向とを変えながら4回光偏光記憶膜に紫外線を照射した所、非常にきれいな4分割配向が得られた。このようにして4分割光配向処理をした基板を使用してツイステッドネマティック型液晶セル(スーパーマルチドメイン

液晶表示装置)を作製し、その中間調の視角特性を測定したところ、図7のようなグラフが得られた。フォトマスクを使用して斜め方向から光照射をする場合には、傾き角 θ は 25° から最大でも 40° までの範囲が好ましい。

【0040】図7において、縦軸は電圧無印加時の視角 0° を100%の透過率とし、それに対する透過率の割合(%)を示す。横軸は視角 0° を中心に左右に振った角度を示す。図示された曲線は上から下に向かって印加電圧を増加している。図7の特性は広い視角範囲にわたって透過率がほぼ平坦な優れた視角特性が得られることを示している。

【0041】以上の実施例においては、偏光軸方向に対して直交する方向に配向する光偏光記憶膜を例に説明したが、偏光軸方向に対して平行な方向に配向する光偏光記憶膜を使用しても同様な効果が得られる。液晶の注入方法は、真空注入法に限らず、毛細管現象を利用する方法など他の方法も利用できる。また、液晶材料をアイソトロピック(等方相)状態でセルに注入し、注入後に徐冷して再配向させてもよい。

【0042】光偏光記憶膜としては、表面エネルギーが40dyn/cm程度の小さな側鎖のないポリイミド膜を使用することもできる。そのような膜で均一なプレチルト角を得るように光配向処理をする場合には、基板の傾き角 θ を 45° 以上にすることが好ましい。また、それ以外の膜、例えば光配向PVC膜を使用することもできる。さらに、照射方向や基板の傾き角を場所により変えることによりマルチドメイン配向が可能なのは説明した通りである。

【0043】以上説明した実施例の構成、材料、数値等はあくまでも例示であって、本発明はこれに限るものではなく、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能であることは当業者にとって自明であろう。

【0044】

【発明の効果】本発明によれば、光偏光記憶膜を形成した基板に対し斜め方向から非偏光を1回照射するだけで、十分大きなプレチルト角を与える配向処理を簡単に短時間で施すことができる。また、偏光でなく非偏光の照射でプレチルト配向が可能となり、光源のエネルギー利用効率が増加する。よって、製造コストの低減が可能である。

【0045】プレチルトによって電圧印加時に液晶分子の立ち上がり方向が一定方向に規制され、リバースチルトディスクリネーションラインのような欠陥の無い均一な表示が実現できる。もちろん、光配向処理によりラビング処理が不要になり、ラビングにともなう静電気やゴミの発生の問題が解決される。

【0046】また、フォトマスクを使用することによりマルチドメイン配向(分割配向)にも容易に対応できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(A)は、光配向処理工程を示す側面図であり、図1(B)はその正面図であり、図1(C)は非偏光の紫外線照射前のポリイミド光偏光記憶膜の側部拡大断面図であり、図1(D)はその照射後である。

【図2】傾き角 θ の値をいろいろ変えて作製した液晶セルで電圧印加時のリバーストルトディスクリネーションラインの発生状態(消滅時間)の特性を示すグラフである。

【図3】分割配向をするために使用するフォトマスクの一例の形状である。

【図4】フォトマスクを配置した光配向処理工程の側面図である。

【図5】フォトマスクを使用して光配向処理をした液晶セルの配向状態を撮影した基板上に形成された微細なパターンを表す顕微鏡写真である。

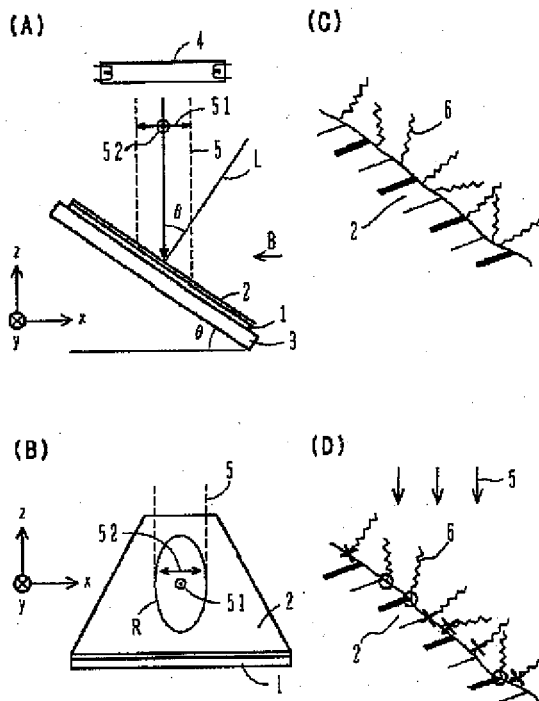
*【図6】フォトマスクを使用して光配向処理をした別の液晶セルの配向状態を撮影した基板上に形成された微細なパターンを表す顕微鏡写真である。

【図7】フォトマスクを使用して光配向処理により4分割配向(マルチドメイン)して作製したツイステッドネマティック型液晶セルのいろいろな印加電圧における光透過率の視角特性である。

【符号の説明】

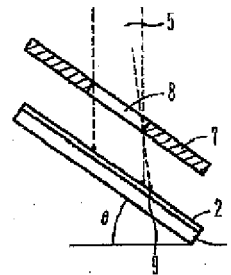
- | | |
|---|-------------|
| 1 | ガラス基板 |
| 2 | 光偏光記憶膜 |
| 3 | ステージ |
| 4 | 光源 |
| 5 | 非偏光照射光(紫外線) |
| 6 | 側鎖 |
| 7 | フォトマスク |
| 8 | 開口部 |

【図1】

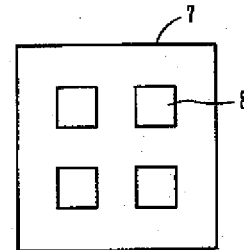


- | | |
|-----------|----------------|
| 1: ガラス基板 | 5: 紫外線 |
| 2: 光偏光記憶膜 | 6: 側鎖 |
| 3: ステージ | θ : 傾斜角 |
| 4: UV光源 | |

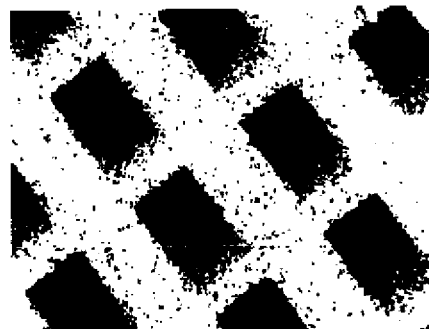
【図3】



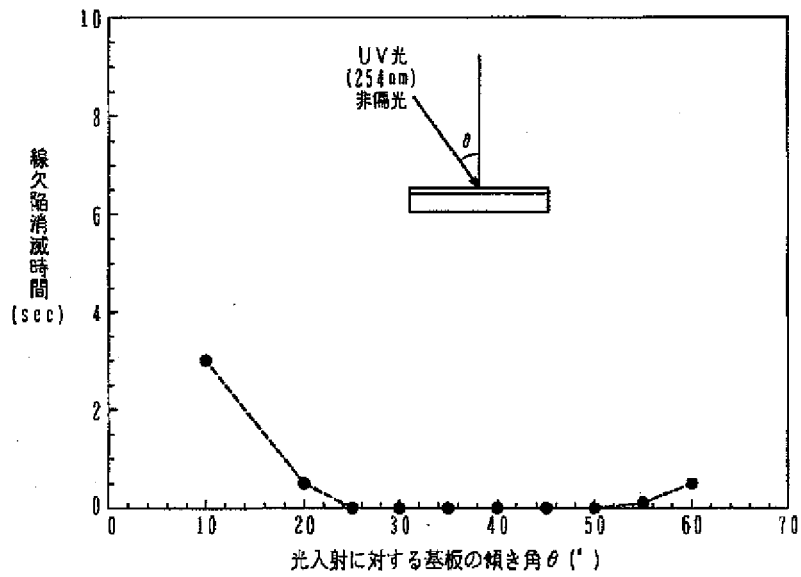
【図4】



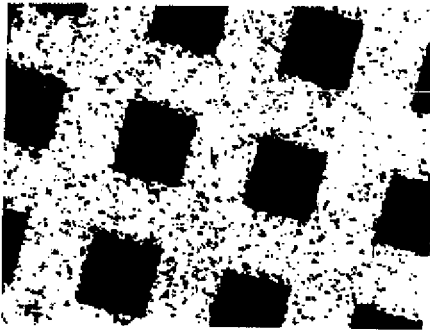
【図5】



【図2】



【図6】



【図7】

